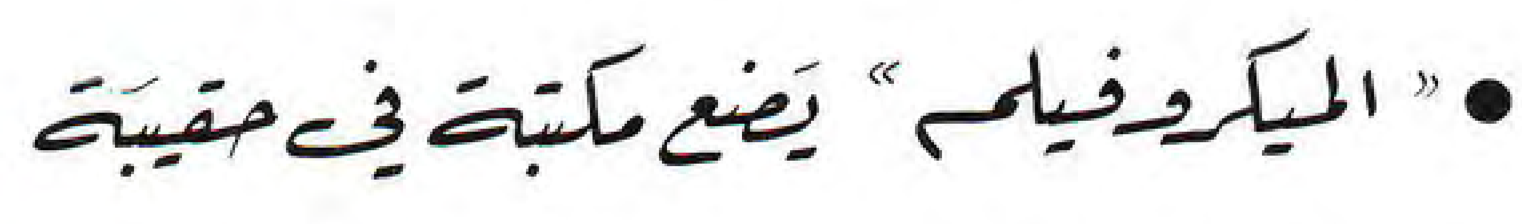
# سلسلة من كل علم خبر

## الاكتشافات الكبيرة

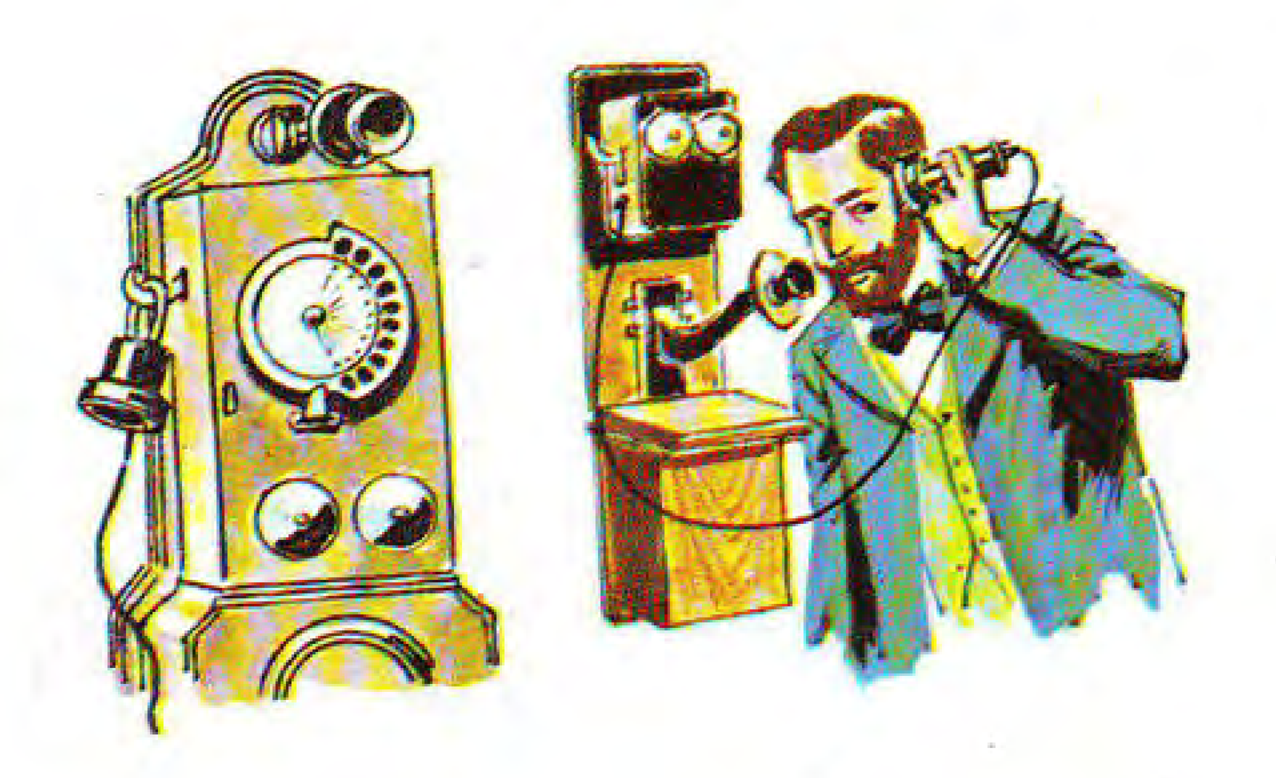
## العالم يبدل معالم وجهه

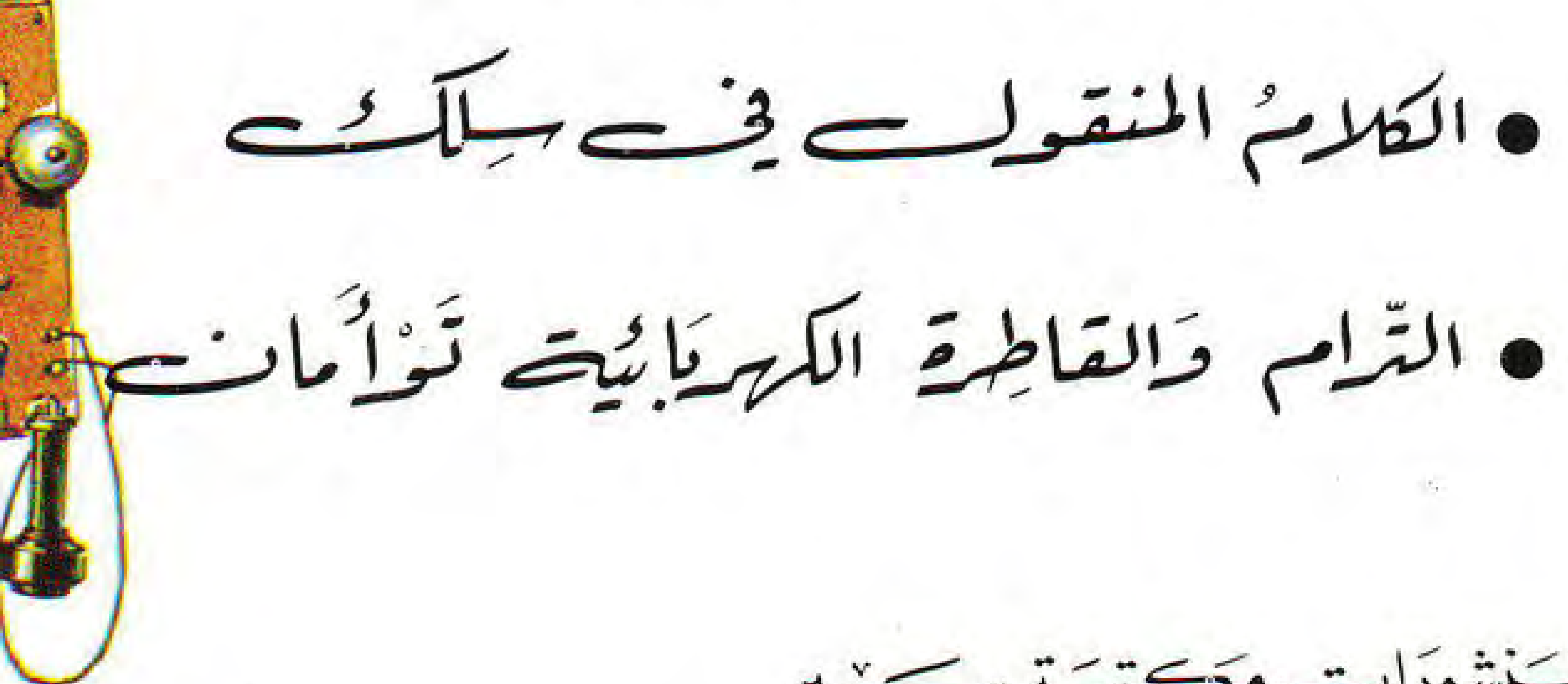



• الكلام المنقول في سلك

• الترام والقاطرة الكهربائية توأمان





منشورات مكتبة سمير
شارع غورو - بيروت
تلفون ٢٢٦٠٨٥-٢٣٨١٨١

Les Grandes Inventions
F. Lot
Librairie Hachette

# « الميكروفيلم »
# يَصنع مكتبة في حقيبة

صورة مصغَّرة لصحيفة باريسيَّة تعود لحصار ( ١٨٧٠ – ١٨٧١ ) ، وطريقة تعليق الرسائل بريش الحمام الزاجل . يظهر على إحدى هذه الريشات رقم التسجيل البريديّ .




« مسكة ريشة تذكاريَّة » تحمل في وسطها عدسة مجهريَّة استيريوسكوبيَّة ، من اختراع دَغرون .

لم يكنْ « لرينيه دَغرون » من العمر الّا عشرون سنة ، عندما استهواه⁽١⁾ فنُّ التصوير . فقد حسَّنَ تحضير مادّة « الكلُّوديون » ( وهو الغشاء الذي تَنطبع عليه الصوَرُ في اللَوحات ) وحَصَلَ على فِلمٍ بلغَ من النقاوة والصفاء حدًّا ، باتَتْ معه الصورُ قابلةً للتكبير ، دون أنْ يَظهر فيها أيُّ عَيب . وهكذا تمكَّن من انتاج صورٍ مِجهريّةٍ ممتازة . وهو صاحب ذلك « المجهَر المصغَّر الإستِريُوسكوبيّ » ، المُؤَلَّف من قضيب صغير من الزجاج ، يَحمِل في طرفِه الأوَّل نصفَ لُؤْلُؤَة من البِلَّور ، وفي طرَفِه الثاني الصورةَ المرادَ تكبيرها . وكـمْ من المشاهِدِ ، وكـمْ من الأَبنية الأَثرِيَّة قد زُجَّ⁽٢⁾ هكذا في حَجَر سِوار أو « مسكةِ ريشةٍ تذكاريَّة » !

مِثلُ هذه التُّحَف الصغيرة عَرف ، في ما مضى ، نجاحاً كبيراً .

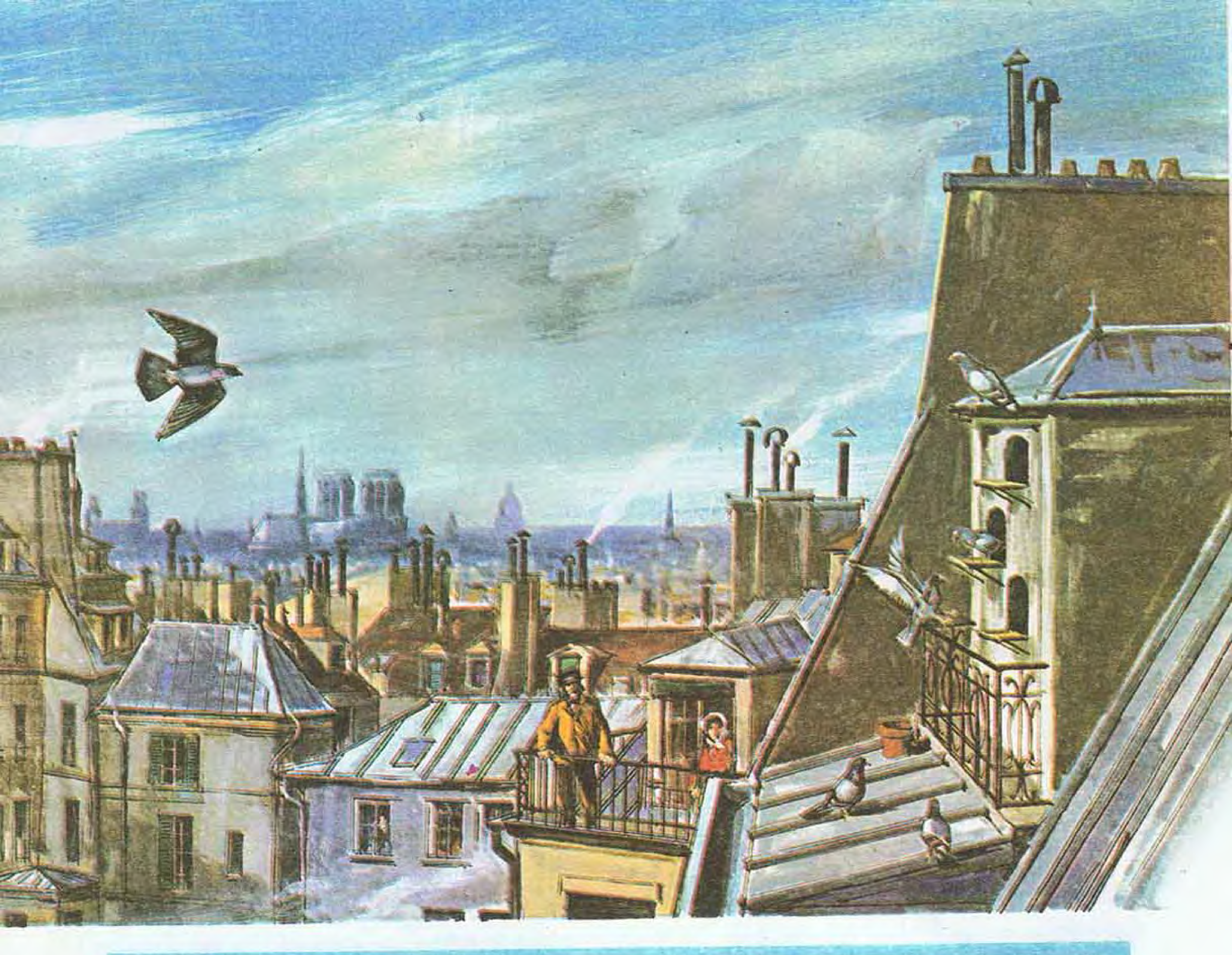
إلّا أنَّ أحداثَ حَرب ١٨٧٠ – ١٨٧١ ، أَتاحَت[٣] للمُخترع فُرصَة استِعمالِ طُرُقِهِ ، لأهدافٍ جِدِّيّة مُجدِية[٤] . وهكذا استدعَتْه وزارةُ الدفاع للإفادة من إمكاناتِه . كان الكيميائيّ « بارزْويل » قد اقترحَ التصويرَ على الورَق ، لنقل « البرقيّات » المُرسلة بواسِطة الحَمام الزاجِل[٥] . فاذا بتِقَنِيَّة « دَغْرون » تتمكَّن من مضاعَفةِ[٦] قُدرة الإرسال الى حدٍّ كبير ، بعدما توفَّرت إمكانيَّةُ تصغيرِ الصوَر وتخفيفِ وزنِها .

كُلِّف « دغرون » بِمُهِمّة خاصــة ، فاستطاع أن يغادرَ باريس المحاصَرة ، بواسطة مِنطاد ، ليُقيمَ مركزَ خدَماتِه في مدينة « تور » ، ثم في مدينة « بوردو » . ولقد تمكَّنتْ أوّلُ حمامةٍ أُطلِقتْ في اتِّجاه العاصمة ، من أنْ تحملَ ثلاثةً وعشرين ألف رسالة مصوَّرة ، دفعةً واحدة . كانت الإدارة تُسلِّم « دغرون » رسائلَها مطبوعةً على ورق من القياس العاديّ الكبير ، قياس الجريدة الرسميَّة . وكان « دَغرون » يصوِّرُها مصغَّرة على أَفلامٍ من قياس ٥ سنتم . على ٣ سنتم . ، على أن تتَّسِع الصورةُ الواحدة لما يعادِل سِتَّ عشرةَ صفحة ، أي ما يعادل أَلفَين أو ثلاثةَ آلاف برقيّة .

كانت هذه الأَفلام تُلَفُّ وتُدَسُّ[٧] في أُنبوب يُختَمُ طرفاه ، ويُثَبَّت في ريشة من ريشات ذَنَب الطائِر الزاجِل . وهكذا كانت الحمامة الواحدة تستطيعُ أنْ تنقلَ حتّى خمسةَ عشرَ فلماً ، أي ما يعادلُ خمسةً وأربعين ألفَ برقيّة أو رسالة ، لا يزيد وزنُها الإجمالي على نصفِ غرام .

هكذا صار نقلُ البريد ، الذي طُبِّق فيه مبدأُ الأفلام المصغَّرة أوّلاً ، واحداً من أهمِّ المجالات التي اعتُمِد فيها مبدأ التصوير المُصَغَّر . ولقد نقلتْ الطائِراتُ فوقَ المُحيطات ، في أثناءِ هذه السنواتِ الأخيرة ، عدداً لا يُحصى من الرسائل المصوَّرة على أفلامٍ صغيرة .

أمّا حقلُ الوثائقِ والمعلومات ، فقد أفسحَ للفيلم المصغَّر مجالاً رَحبًا ، لا يزال يَتَسِّع يوماً بعدَ يَوم . وهكذا صار الفلم المصغَّر قادراً على تزويد العالِـم والباحث ، بصوَرٍ أمينة دقيقة لفصول كاملة من كتابٍ



في أثناء الحصار الذي ضُرِب حول باريس ، في حرب ( ١٨٧٠ – ١٨٧١ ) ، وصولُ طيور الحمام الزاجل ، محمَّلاً بأخبار فرنسا الحرَّة ، قادمةً من مدينة « تور » حيث أقام دَغرون مركز هذا البريد الجديد ، بعد فراره من باريس بواسطة منطاد « رنبسي » . بُرج الحمام يستحيل مركزاً تابعاً لوزارة البرق والبريد .

نادر ، أو بنُسَخٍ مصوَّرة لمقالة ، دونما حاجة الى إقتناءِ الكتاب أو المجلَّة .

إنَّ ما تُقَدِّمه مراكزُ الوثائق والمستندات مِن فوائد وخدمات ، عن طريق الأفلام المصغَّرة ، وفي مختلف الحقول العلميَّة والتِقَنِيَّة والادبيّة والفنِّيَّة والتربَويَّة ، جليلٌ غنيّ عن البيان (٨) . فلا عجب إن تعدَّدَت مراكزُ هذه الخدمات . هذا ، مع العلم بأَنَّ الصورَ المصغَّرة تسمَحُ بتَوفِيرِ المخطوطات والكتب الأصليّة النادرة ، أو السريعة العطَب (٩) ، والتي يُمكِنُ المحَافَظَة على مضمونِها وإنقاذُه من الضياع ، حتّى لو تَلِفَت (١٠) النسخُ الأصليّة نفسها .

تُؤْخَذُ صوَرُ الأفلامِ المصغَّرة وَفقاً

لإيقاعٍ سريع ، ولذا تسهُلُ قراءَتُها ، بواسطة جهاز خاص يَسمَحُ ، إمّا بإلقاء الصُور المكبَّرة على شاشة الجهاز نفسه ، أو بإلقائها على شَاشة مستقِلَّة أو جدار.

### التفسير

١ – إستهواه الفنّ : إستماله ، إجتذبه .

٢ – زَجَّ : أَدخلَ ، دَسَّ .

٣ – أتاح الفرصةَ : وفَّرها ، فتح لها مجالاً .

٤ – مُجدية : نافعة .

٥ – الحمام الزاجل : الحمام الذي كان يُكَلَّف بحمل البريد .

٦ – مضاعفة القدرة : زيادتُها .

٧ – تُدَسُّ في أنبوب : تُدخَل .

٨ – غنيٌّ عن البيان : لا يحتاج الى تفسير .

٩ – سريع العطَب : ضعيف ، سريع التلَف .

١٠ – تَلِفَ الشيءُ : فسد .

### الاسئلة

١ – ما هو فضل « رينيه دَغرون » على فنِّ التصوير؟

٢ – أيَّ نوع من الألعاب والتحف صَنع ؟

٣ – بمَ كلَّفته وزارة الدفاع ؟ وبأيَّة مناسبة ؟

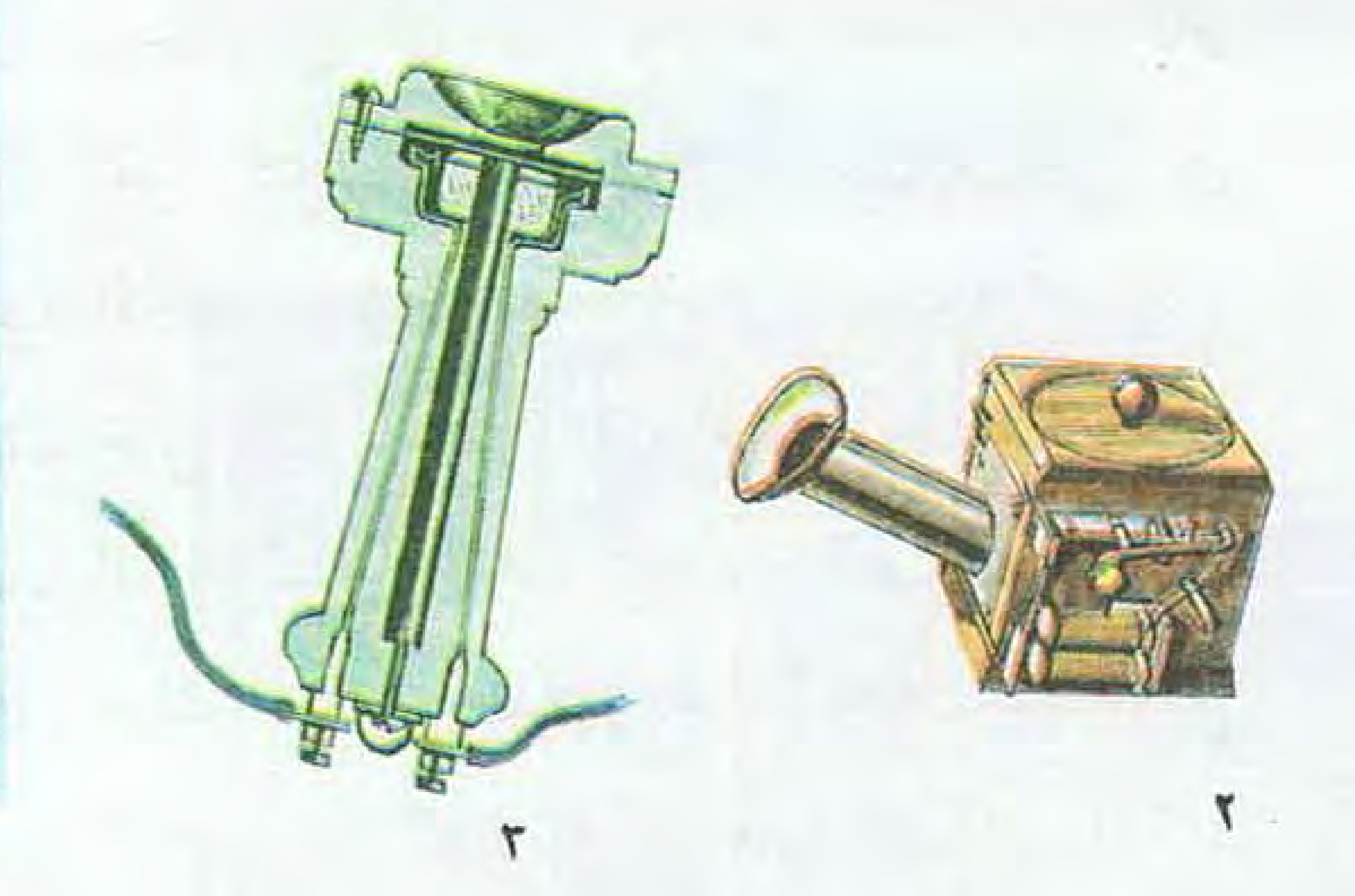
٤ – كيف أمَّن دَغرون نقل العدد الكبير من الرسائل ؟

٥ – كم رسالة مصوّرة حملت أوّل حمامة زاجلة ؟

٦ – كيف يُطَبَّق مبدأ التصوير المصغَّر ، في مراكز الوثائق ؟

٧ – كيف تخدم هذه الطريقة المخطوطات والكتبَ النادرة ؟

١



٢ ٣

١ – يوم ١٠ آذار ١٨٧٦ التاريخيّ الذي أطلق فيه « غراهام بِل » – على غير قصد منه – اوّل نداء تلفونيّ. صحيح ان ذاك النداء لم يغطِّ غير مسافة قصيرة ، هي المسافة الفاصلة بين طاولة المختبر والغرفة المجاورة التي كان يقيم فيها المساعد ، الاّ أن الاختبار كان مقنعاً كلَّ الإقناع ، فبه قد وُلِدَ « الهاتف » !

٢ – الجهاز اللاقط في تلفون « رايس » .

٣ – جهاز « بِل » من الداخل .

# الكلامُ المنقولُ في سِلكٍ

كان للغالِّين مُنادوهم القادرون ، على حدّ قول « يوليوس قيصر » ، على حمل رسالة ، من مدينة « أورليان » الى مدينة « جرغوفيا » ، في أقلَّ من اثنتي عشرة ساعة . كانت المهمَّة ، من غير شكّ ، تستدعي الكثير من الرجال والطويل من الأنفاس .

ولكن ، كيف السبيلُ الى نقل الصوت البشري الى مسافات بعيدة ؟ في القرن السابع عشر ، اختبر العالِـم الانكليزي

« روبرت هوك » الهاتفَ السلكيّ ؛ وحاول البعض اختبار الأنابيب السمعيّة . وفي القرن التالي ، عام ١٧٨٢ ، اقترح الأب البندكتيّ « دوم غوتي » استعمال انبوب يحمل الصوت الى مسافة ٨٠٠ متر . الّا أنّ النهج(١) الذي انتهجه(٢) الفيزيائيّ الألماني « فيليب رايس » ، ابتداءً من سنة ١٨٦١ ، كان أقربَ الى تحقيق الغاية المرجُوَّة(٣) : فقد اعتمد(٤) غِشاءً يهزّه الصوت ، فيفتحُ بسرعة اهتزازاتِه دارةً كهربائيّة ويقفلُها على التوالي ؛ وهو لعمري المبدأ الذي كان قد ذكره العالم الفرنسيّ « بورسول » .

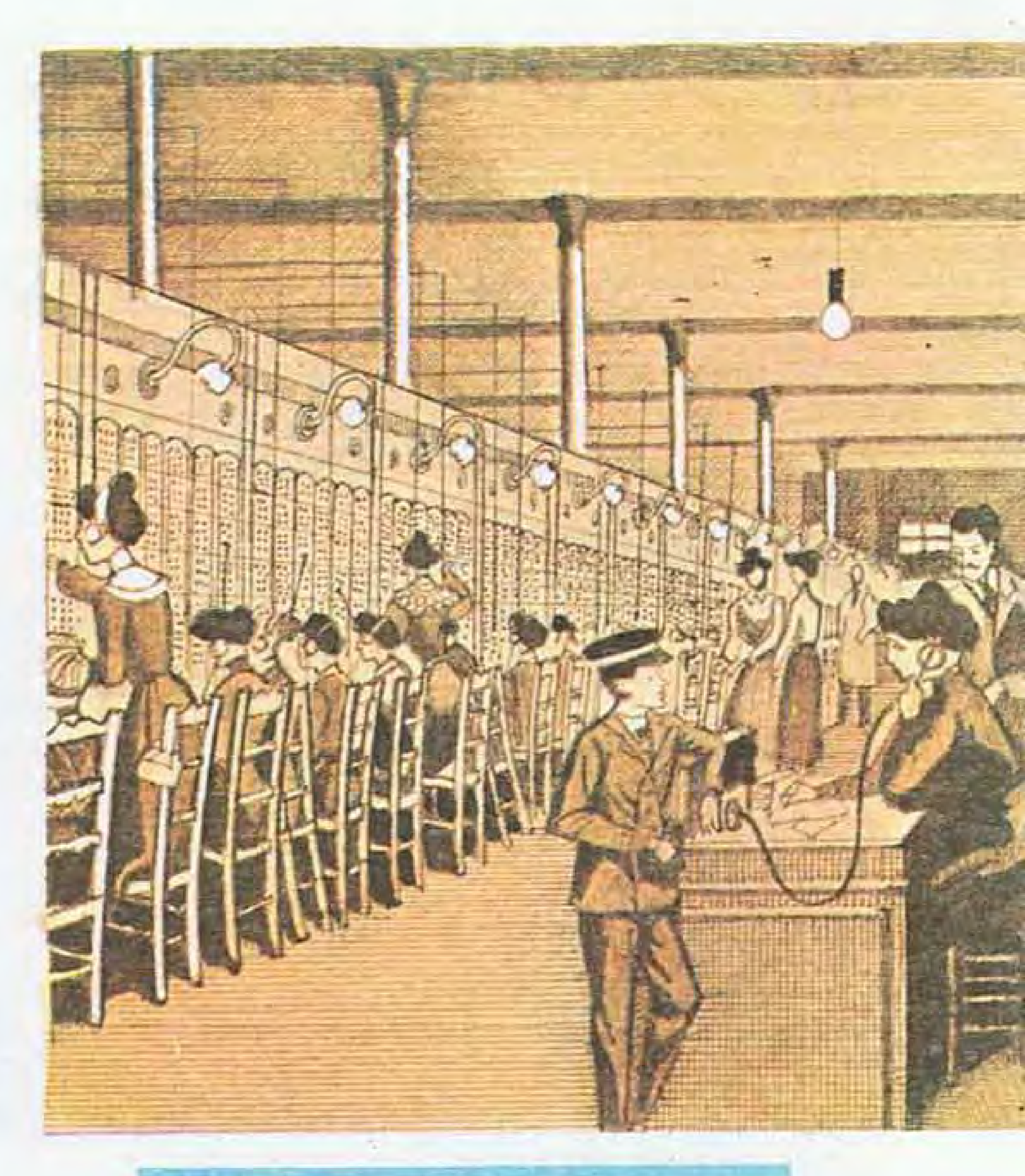
كان « غراهام بِل » ( ١٨٤٧ — ١٩٢٢ ) الاميركيّ ، الاسكتلنديّ الأصل ، ابنَ معلم في فن الإلقاء كان قد بحث بعناد عن وسيلة يعلِّم بها الكلام أولئك الذين وُلدوا طرشاً . فتحمّس هو نفسُه لهذا الموضوع ، وبلغ به الحماسُ حدًّا حملَه على الزواج من فتاة ، ابنة ثماني عشرة سنة ، مصابةٍ بصَمَمٍ كلّي . ولمَّا صار « بِل » استاذ الفيزيولوجيا الصوتيَّة في معهد « بوستن » ، تابع أبحاثه فيه ؛ ولسوف يأتي اختراعُ التلفون ( الهاتف ) نتيجةَ اهتمامه الرئيسي ، ونتيجةَ خطأ ترجمة في آن معاً . والواقع انه ، فيما كان يقرأ كتاب « هيلمهولتز » الكلاسيكي في الاحساسات السمعيَّة ، وفي نسخته الأصيلة ، خُيِّل اليه ، وقد اساء فهم احد المقاطع ، أنَّ المؤلِّف ، نجح في نقل الصوت بواسطة سلكٍ حامل للكهرباء ، وذلك بتحويل الاهتزازات الصوتيّة الى اهتزازات كهربائيّة ، ثم بتحويل الاهتزازات الكهربائيّة الى اهتزازات صوتيّة . منذ ذاك الحين ، آلى على نفسه(٦) الّا يوفّر جهداً في سبيل تحقيق هذا الاختبار « بدوره » . فركّب جهازاً ( استعار له اسم « تلفون » الذي كان « رايس » قد نحته ) يتألف من غشاء ليّن جدًّا من الحديد اللَّدْن(٧) ، موضوع امام قضيب مُمَغْنَط(٨) لُفَّ حوله سلك

١ ٢ ٣

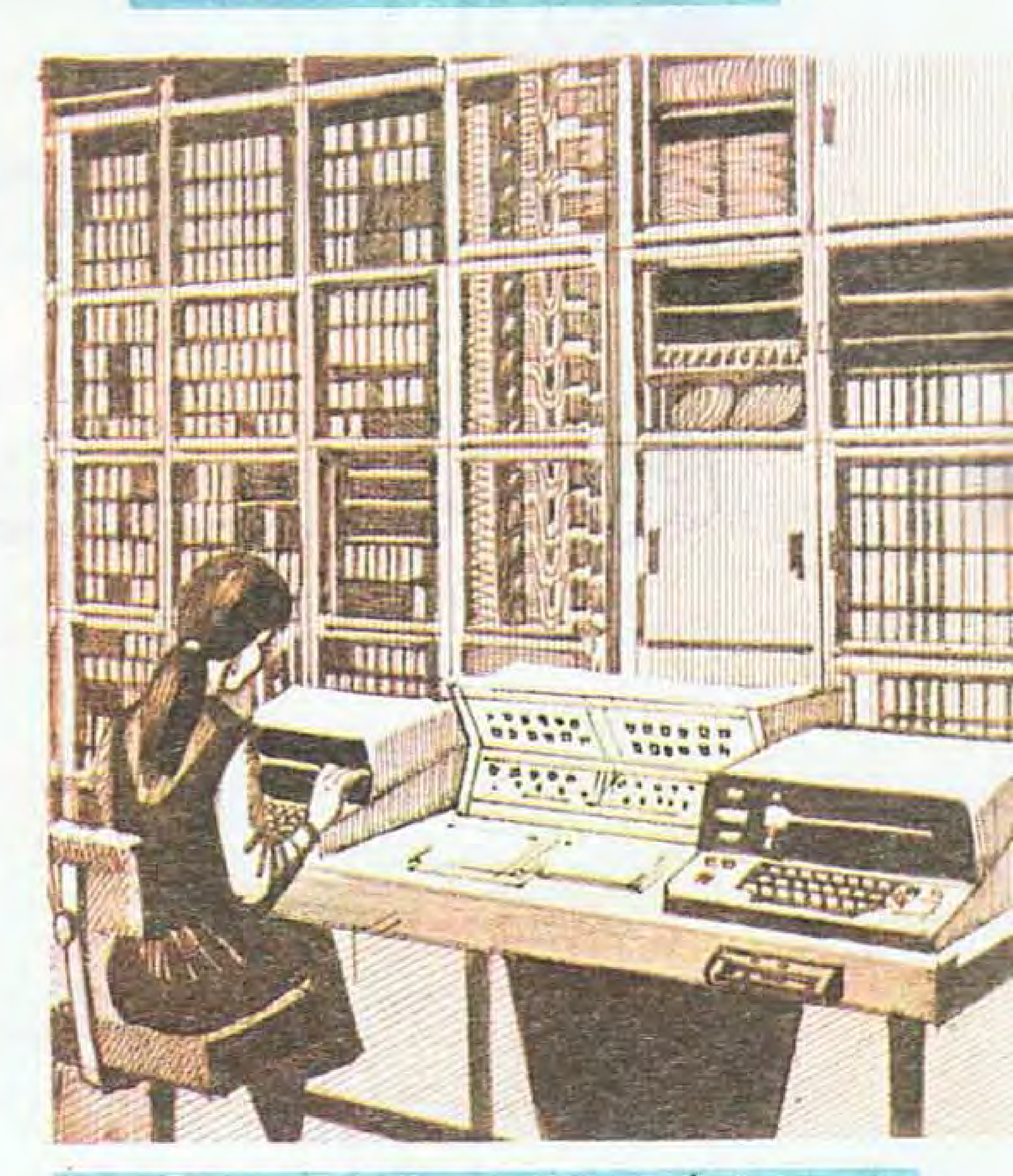
١ و٢ – اوّل جهازي هاتف استُعملا في الولايات المتحدة .
٣ – أول جهاز آلي في شيكاغو.

نحاسيّ معزول. ينطلق من هذا الجهاز خطٌّ ذو سلكين، فيصله بجهاز آخر مماثل، على أن يقومَ كلا الجهازين بوظيفة الارسال الاستقبال. فعندما يتكلَّم أحد أمام أحد هذَين الجهازين، يهتزّ الغشاء فيغيِّرُ الحقلَ المغنطيسيّ القائم، ويستحِثّ في السلك الملفوف على القضيب الممغنَط تيّاراتٍ تنتقل إلى الجهاز الآخر، حيث تثيرُ تقلبّاتُ الحقل المغنطيسيّ اهتزازاتِ الغشاء، وتُعيد الكلام الى اصله الصوتيّ. أمّا تاريخ تحقيق هذا الاختبار فهو ١٠ آذار عام ١٨٧٦، وهو اليوم الذي جرى فيه حادث مختبر جعل «بِل» يهتف قائلاً: «تعال الى هنا يا «وَتسن»، فانا بحاجة اليك!» فاذا بمساعده يُقبل مسرعًا، وقد سمع الهتاف بواسطة التلفون، وهو في الغرفة المجاورة، وكانت الفرحة الكبيرة!

وما لبث التلفون ان تحسن بفضل الميكروفون الذي اخترعه «هيوغ» وطوّره «آدِر»، فلاقى نجاحاً باهراً. عندما تُوُفيَّ «بِل»، كان ما لا يقلّ عن سبعة عشر مليون جهاز من أجهزة الهاتف يعمل في الولايات المتّحدة. وكانت باريس اوّلَ مدينة اوربيّة زُوِّدت بشبكة هاتفيّة (١٨٨٠). امّا اليوم، وقد أفاد الهاتف من خدمات



مركز رئيسي للهاتف حوالي ١٩٠٠.



في «كلامار»، «بيركليس» او مركز الهاتف الإلكتروني وهو هاتف الغد.

الالكترونيّة ، واصبح آليًّا ، فقد غدا أداةً لا يستغني عنها أحد ، وغدت المخابرات الهاتفية في العالم تحصى سنويًّا بالمليارات ؛ هذا مع العلم بأنّ قسماً منها ينتقل اليوم ، على موجات الأثير ، بدل انتقاله على الاسلاك !

التفسير

١ – النهج : الطريقة .

٢ – إنتهج : سار على نهج .

٣ – المرجُوَّة : المأمولة ، المنتظرة .

٤ – اعتمد : استعمل .

٥ – الصَمَم : الطَرش .

٦ – آلى على نفسه : تعهَّد ، أقسَم .

٧ – اللَدْن : الطريء .

٨ – مُمغْنط : مزوّد بالمغنطيس .

الاسئلة

١ – كيف كان الغاليّون ينقلون الرسائل الصوتيّة ؟

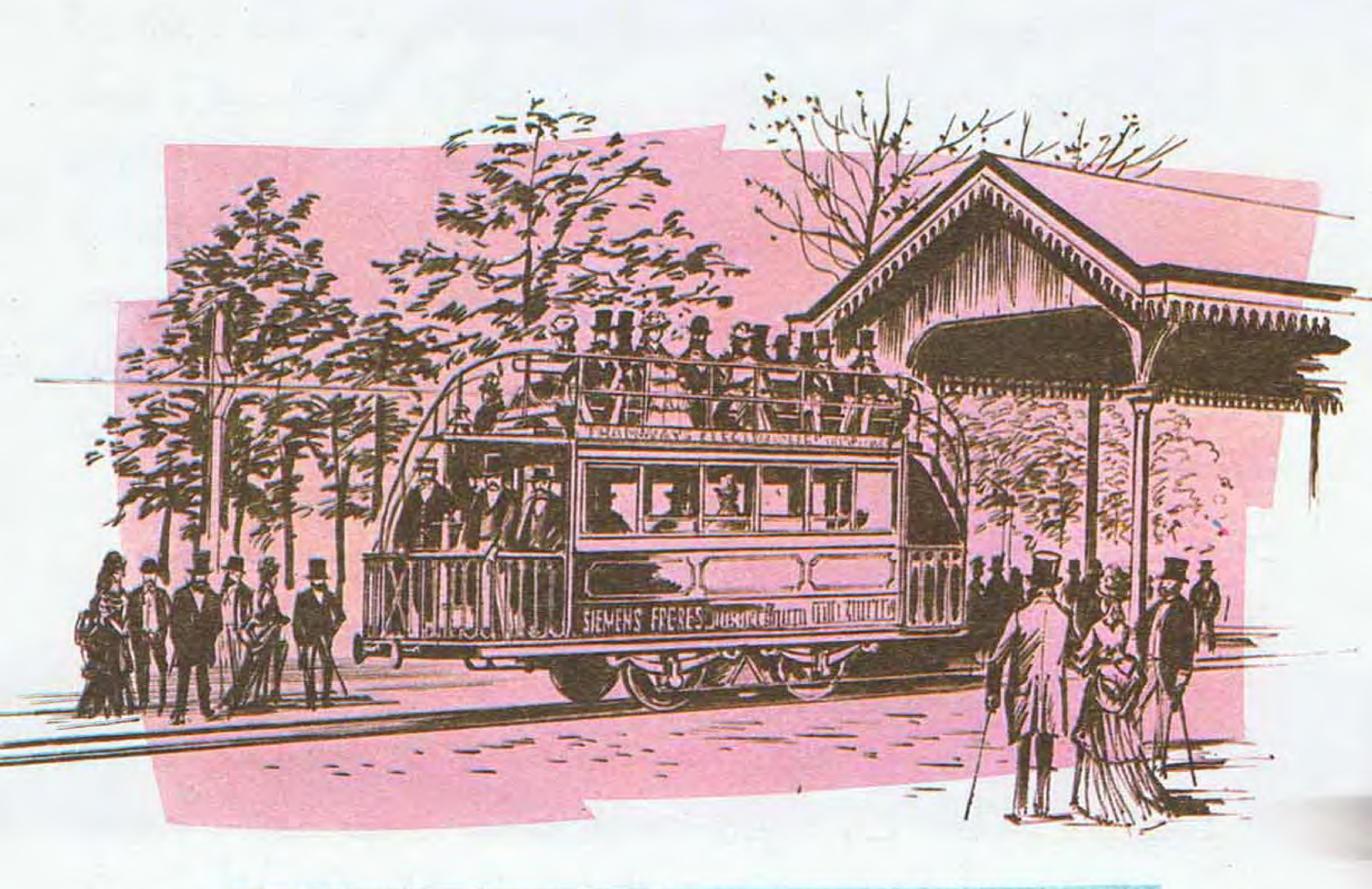
٢ – ما هي الطريقة التي اعتمدها فيليب رايس ؟

٣ – عَمَّ كان يبحث « والد غراهام بل » ؟

٤ – صف الجهاز الذي ركّبه « غراهام بل »

٥ – متى حصل اوّل اختبار للتلفون ؟ وما هو عامل الصدفة فيه ؟

٦ – هل رأى غراهام بِل نجاح الهاتف ؟




ترام «سيمنز» الذي عُرِضَ بنجاحٍ كبير في معرض الكهرباء في باريس، سنة ١٨٨١ .

# التّرام والقاطرة الكهربائية توأمان

قال «وِرنِرْ فُون سيمِنْز» (١٨١٦ — ١٨٩٢) ، في مذكَّراته ، ما مَعنَاه أنَّ اختراعاتِه ، على أهميّتها وكثرة عددها ، قد استغرقت في تحقيقها ، سَحابةً من الزمن تُقارِبُ نصفَ قَرن ؛ وأنَّها لو وُزِّعَتْ على عدَدِ هذه السنوات ، لَمَا كانتِ الاختراعات المُنجَزَة[1] في السَّنة الواحدة كثيرةً يُفاخَر بها ... ولا يَخفى ما في هذا القول من تَواضُعٍ خبيث !

الواقعُ أنَّ هذا الضابطَ القديم ، الذي عمِلَ في سلاح المِدفَعيّة البُروسيّة ، أسّس ،

أوّلَ الأمر، شَرِكَةً للمصنوعات الكهربائيّة المتَّصِلة بتَرْكيب الخُطوط البَرْقِيَّة، سيُكتَبُ لها أن تُصْبِحَ، في هذا المجال، أهمَّ شركةٍ في العالم. ثمّ إنَّ آلة «غرام» المُحسَّنة ستُصبح، بين يدَيْه، تلكَ المُوَلِّدَةَ الكهربائية الجبارَّة التي سيَستعمِلها بخاصَّة في جرِّ العَربات.

وهكذا فقد سَيَّر في ضواحي بَرلين، عام ١٨٨١، أوّل ترام كهربائي سار على على خطٍّ حديديّ مزدَوِج. وما كان ذلك الترامُ إلّا عَربةَ خَيل، أُدخِلَت عليها التعديلاتُ المُلائمة. ولم تمرَّ سنواتٌ قلائِلُ، حتّى تمَّ أخذُ التيّار الكهربائي بواسِطة ذِراعٍ هوائيّة خاصَّة.

كلمةُ «ترام» في اللغة الانكليزية، تَعني سِكةً مسطَّحَة والواقعُ أنّ «التراموايّ» عربةٌ تجري على خطّ حديديّ، مُكوَّنٍ من سكّتين مسطَّحتين مُثبَّتَين في الأرض. حتى ذلك التاريخ، كانت عرباتُ الترام تَعتمِدُ[٢] قوّةَ الجرِّ الحيوانيّة، إلّا أنّها بعد اعتمادها الكهرباء، تطوَّرَتْ كثيراً، وقدّمت للنقليّات في المدن وضَواحيها، خدماتٍ عظيمة. ولقد حلّت محلّها في أيّامنا سيّاراتُ الأتوبيس وعرباتُ «الترولييبس»، وهي عربات تَجمعُ بَين الأوتوبيس والترام الكهربائي.

كان «سيمنز»، منذُ عامِ ١٨٧٩، قد قدَّم، لمعرض برلين الصناعيّ، قاطرتَه الكهربائيّة الأولى، التي وضع تصميمها لخدمة المناجم، فكانت تجرُّ وراءَها ثلاث عَربات، على خطٍّ دائريٍّ الشكل يبلغ طولُه ٣٠٠ متر.

بُنيت، سنة ١٨٩٩، أوّلُ قاطِرة كهربائيّة مهيّأةٌ للسَيْر على خطٍّ حديديّ عاديّ؛ وسنَة ١٩٠٣، أَخرجَتْ شركَةُ «سيمنز» قاطرةً أُخرى، بلغَت سُرعتُها ٢١١ كيلومتراً في الساعة.

ولكنَّ استبدالَ القاطراتِ البخاريّة، تلك المصانعِ الحراريّة الجارية، ذاتِ الفعالية الضئيلة، كان يتطلّب تأمينَ مصادرَ كهرمائيّة[٣] كبيرة. ولذا ظهَرت القاطراتُ الكهربائيّة اوّلاً على خطوط المناطق الجبليّة الصَعْبة، الغَنيَّة بالفحم الأبيض[٤]، وبخاصّة في سويسرا.

أمّا كَهربَة[٥] الخطوطِ الحديديّة الفرنسيّة، فقد بدأت سنة ١٩٠٠، عندما



قطار سريع تجرُّه قاطرة من طراز ب . ب . التي حطَّمت رقم السرعة القياسيّ على الخطوط الحديديّة . تستمدّ محركات هذه القاطرة طاقتها من الكابل المسيّر بواسطة شبكتها الهوائيّة المنزلقة .

أُنشِيءَ الخط الممتد من باريس أورسي الى باريس اوسترليتز، والخط الممتدّ من باريس الأنفاليد إلى فرساي ، ثم تَبِعت فرنسا في هذا المضمار بلدانٌ أُخرى .

وتابع التطوُّر سيرَه على مراحِل ، حتى شَمَلَتْ الكهربةُ قِسماً كبيراً من شبكة الخطوط الوطنيّة الفرنسيّة ، فأمَّنت ثلاثةَ أرباعِ حركة النقل . ذلك أنّ للقاطرة الكهربائيّة فضائلَ كثيرةً : فهي دائمةُ الاستِعداد للتحرُّكِ والعَمل ، ممّا يُساعِدُ على تحسينِ معدَّلِ سُرعةِ القِطارات ؛ هذا بالإضافة إلى قِيادة لَيِّنة سهلة . ثمَّ إنَّ الطاقة الكهربائيّة التي يستَمِدُّها بواسطة مِزلاجها[٦] الهوائيّ ، تسمَحُ للسائق بأنْ يقومَ بغاية السهولة ، بعمليّاتِ الإقلَاعِ وتنظيمِ السُرعة والوقوف . ثم إنّ محرّكاتِ هذه القاطرة تستطيعُ ، على منحدرٍ طويلٍ

المسافة ، أَنْ تعمَلَ عملَ مولِّدات الكهرباء ، فتُعيدَ إلى خطِّ التموين ما سبقَ أن أخذَتْه من طاقة كهربائيّة ، فيما تُؤَمِّن كبحاً(٧) آليًّا ممتازاً . هذا ، ناهيك عن(٨) اختفاء الدُخان الذي كان يلَوِّثُ الهواء والجوّ. وممّا يذكر أنَّ القاطرة الكهربائيّة كانت قادرة ، سنة ١٩٥٥ ، وبسرعتها القياسيّة التي بلغت ٣٣١ كيلومتراً في الساعة ، على أن تُحَطِّم كلَّ أرقامِ السُرعة القياسية ، المعروفة على الخطوطِ الحديديّة .

التفسير

١ – المُنْجَزة : المحقَّقة . أنجز العملَ : حقَّقه .

٢ – تَعتمد – تستَعمل .

٣ – كهرَمائيّة : تعتمدُ الماء في توليد الكهرباء .

٤ – الفحم الأبيض : يراد به القوَّة المائيّة .

٥ – كهرَبَة الخطوط الحديديّة : اعتماد الطاقة الكهربائية فيها .

٦ – المزلاجِ الهوائيّ : الذراع التي تستمدُّ الكهرباء من الخطّ الهوائيّ .

٧ – الكبْح : تخفيف السرعة .

٨ – ناهيك عن : فضلاً عن ، بالإضافة إلى ...

الاسئلة

١ – مَن هو « ورنر فون سيمنز » . ؟

٢ – ماذا تعرف عن « شركة سيمنز »

٣ – متى سيّر سيمنز أوّل ترام كهربائيّ ، وأين ؟

٤ – كيف يستمدّ الترام الطاقة الكهربائيّة ؟

٥ – كيف طوَّر سيمنز الخطوط الحديديّة .

٦ – ما هي فضائل القاطرة الكهربائيّة ؟

٧ – هل القطار الكهربائيّ سريع ؟

٨ – كيف تصبح القاطرة الكهربائيّة مولِّدة للطاقة ؟

## وِلادَةُ حَضارَة

١ - من الحجر المقطوع إلى مكنات الصناعة ذات الذاكرة • السّيطرة على النار • ولادة الكتابة
٢ - الزجاج مادّة شفّافة • الدولاب جهاز نقل • طيّارة الورق، أكثر من لعبة بسيطة
٣ - آلات قياس الوقت • الورَق، مطية الفكر • الطرقات، سُبل اتصال بين الشعوب
٤ - السيطرة على المعادن • المرآة: من دنيا التبرّج الى دنيا العلم • رهط ذاتيات التحرّك
٥ - من النظارتين الى المنظار الى المقراب • السهم الناري يصبح آلة تحرّرنا من الأرض • الصابون والمنظفات المنافسة

## التَقنِيَّة تَقوم بأولى تحدِياتها الكَبيرة

٦ - المطحنة المائية والمطحنة الهوائية • البارود • الطباعة من عهد غوتمبرغ إلى... غد
٧ - الأسلحة النارية عدّة هلاك • البوصلة • طوق الكتفين، في طقم الفرس، خلاص للمرهقين
٨ - "دولاب بسكال" جدّ الآلات الحاسبة الالكترونية • من المظلة إلى الدبابة • آلات إحداث الفراغ
٩ - التحرك على وسادة من هواء • المجهر في سيطرته على المتناهي الصغر • ميزان الضغط.

## منَ الحِرَف اليَدويَّة الى الصِّناعَة

١٠ - الآلة البخاريّة • من المراكب البخارية الأولى الى السفن الحديثة • من "السلحفاة" الى "الصاعقة"
١١ - المروحة وانطلاق الملاحة... • من عربة "كونيو" البخارية الى سياراتنا • غاز الإنارة...
١٢ - الآلات الالكتروستاتية • شارل "فرنكلين" • من المنطاد إلى البالونات الفضائية.
١٣ - تلغراف "شاپ" • من النسيج البدائي الى نول الحياكة • الدرّاجة الأولى وذرّيتها.
١٤ - بطارية "ڤولتا" • عيدان الثقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية.
١٥ - "لينيك" و"الستيتسكوب" • علب المحفوظات التي تعدّ بالمليارات • التربينات في العمل
١٦ - التلغراف الكهربائي يخترعه رسّام... • آلة الخياطة • عدسة التصوير تنفتح على كل شيء.
١٧ - لوحة الألوان المركبة • المحرك المتفجر يجهز ملايين السيارات • التبنيج المخدّر.

## العَالَم يُبدِّل معَالِم وَجهِهِ

١٨ - الديناميت للسرّاء والضرّاء • حفر آبار النفط • من الآلة الكاتبة الى الطابعة الالكترونية
١٩ - صناعة البرد • الدينامو مولّد التيار والمحرك الكهربائي • من السيلولويد الى اللدائن.
٢٠ - الميكروفيلم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • الترام والقاطرة الكهربائية
٢١ - سلسلة البرد • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الحاكي إلى الالكتروفون
٢٢ - حجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر الحديد في البناء • انبوب أشعة إكس يقهر الكثافة.
٢٣ - من الفنكستكوب الى السينماسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطواط يخفق بالآمال الرحبة
٢٤ - محرك ديزل يخرج من قداحة • الاتصالات البعيدة المدى تنتقل على موجات الأثير • البيلينوغراف
٢٥ - زجاج لا يجرح • آلات توليد العواصف • الصور السحرية على الشاشة الصغيرة.

## مِنَ الذَرّة الىَ الفَضاء

٢٦ - كاشفات الجزيئات الدقيقة • المدفعية الذرّية • المجهر الالكتروني عين قادرة على رؤية الفيروسات
٢٧ - الرادار الساحر • من الابيق القديم الى ابراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
٢٨ - الترنزيستور والترنزستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي تتوهج فيها طاقة الشمس

أرسى القرن الثامن عشر عِلم الكهرباء، وأطلق أولى السُفن البُخارية، والمناطيد والغوّاصات الأولى. وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصّناعيّة بفضل البخار والكهرباء والآلة. فيما تكاثرت الاختراعات من كُل نوع: مِنَ القاطِرة وَالسِّكّة الى عيدان الثقاب، وَمِن التلغراف الى التصوير الشمسي، وَمِنَ الدرّاجة الى التربينة...

تأليف: ف. لوت
رسوم: ب. بروبست
ترجمة واعداد: سهيل سماحة